

Análise espacial da centralidade e da dispersão da riqueza gaúcha de 1970 a 2000: notas preliminares*

Iván G. Peyré Tartaruga**

Geógrafo e Mestre em Geografia pela
UFRGS, Técnico da Fundação de
Economia e Estatística (FEE)

Resumo

Os desenvolvimentos nos métodos espaciais — estes preocupados com a localização, a interação, a estrutura e o processo espaciais — estão criando novas possibilidades para os estudos das propriedades dos sistemas socioeconômicos. Neste artigo, utilizaram-se técnicas de estatística espacial, juntamente com um sistema de informações geográficas (SIG), para descrever a distribuição espacial de dados econômicos. Com esse intuito, utiliza-se, de um lado, uma medida de centralidade (ou tendência central) espacial: o centro médio, também conhecido como centro espacial, que representa o centro da distribuição (ou centro de gravidade). De outro, duas medidas de dispersão (ou variabilidade) espacial: a distância-padrão, que é uma medida do grau de concentração, ou de dispersão da distribuição espacial em torno do centro médio; e a elipse de desvio-padrão, que proporciona o conhecimento da distribuição na sua densidade, ou compacidade, e na sua orientação. Analisando a realidade do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil), comparou-se a dispersão do PIB, da renda mensal total e da renda mensal “per capita” no período de 1970 até 2000 (anos censitários). O artigo finaliza com algumas breves considerações a respeito dos padrões e das tendências dessas distribuições.

Palavras-chave

Análise espacial; estatística espacial; análise regional.

*Artigo enviado em dez. 2008 e aceito para publicação em jun. 2009.

**E-mail: ivan@fee.tche.br

O autor agradece pela leitura atenta aos Economistas Carlos Águedo Nagel Paiva e José Antônio Fialho Alonso à versão preliminar deste artigo, destacando que a versão final é de inteira responsabilidade do autor.

Abstract

Developments in spatial methods—concerned with location, spatial interaction, spatial structure and spatial processes—are creating new possibilities for studies of the properties of socioeconomic systems. In this paper, we use spatial statistical techniques with a geographic information system (GIS) for describing the spatial distribution of economic data, such as the mean center, standard distance and standard deviational ellipse. Analyzing the reality of the State of Rio Grande do Sul (Brasil), we compare the distribution of GDP, monthly income and "per capita" income observed in the period 1970-2000 (census years). The paper concludes with some brief reflections on the patterns and trends of these distributions.

Key words

Spatial analysis; spatial statistics; regional analysis.

Classificação JEL: C10, R12, R11.

1 Introdução

Este trabalho possui como objetivo principal uma melhor compreensão da economia do Estado do Rio Grande do Sul das últimas décadas, nas suas diferentes regiões, o que seria, basicamente, um problema de análise regional. Para tanto, usam-se técnicas de análise, que têm como característica essencial a consideração da dimensão espacial (ou localização dos fenômenos estudados) na sua metodologia, o que se pode chamar de análise espacial.

Nesse contexto, ressaltam-se as três razões, apontadas por Anselin, Florax e Rey (2004), da crescente importância do uso dos métodos espaciais: o renovado interesse no papel do espaço e das interações espaciais na teoria das ciências sociais, a crescente disponibilidade de dados socioeconômicos georreferenciados e o baixo custo em termos de sistemas computacionais e operacionais para a manipulação de dados espaciais. Com respeito à primeira razão, podem-se citar, além, evidentemente, da própria geografia, o uso explícito da perspectiva espacial na *new economic geography*, na economia moderna, sobretudo na identificação das externalidades espaciais; na sociologia, os estudos acerca da criminologia

e das questões urbanas; na ciência política, a análise de conflitos, os quadros eleitorais e as relações internacionais.

Quanto à segunda razão do interesse nos métodos espaciais, percebe-se uma crescente disponibilização de dados socioeconômicos e de bases cartográficas digitais; vejam-se, por exemplo, os dados oferecidos somente sobre o Brasil, gratuitamente, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e em outros órgãos governamentais. Além disso, relacionada à terceira razão, há uma grande quantidade de programas computacionais de processamento de dados espaciais (georreferenciados), também conhecidos como sistemas de informações geográficas (SIG): à venda no mercado, como ArcGIS, IDRISI, MapInfo, Maptitude; e gratuitos, como o TerraView e o Spring (produzidos no INPE), GeoDa (desenvolvido por um dos maiores estudiosos da análise de dados geográficos, Luc Anselin), dentre outros.

É evidente, nesse contexto, o importante papel dos SIGs, que se definem como qualquer sistema computacional de informação, que pode, segundo Antenucci *et al.* (1991): (a) coletar, armazenar e recuperar informações com suas localizações espaciais (georreferenciadas); (b) identificar locais específicos através de critérios conhecidos; (c) explorar relações entre grupos de dados dentro de uma determinada área; (d) analisar, espacialmente, dados relacionados para servir de apoio à tomada de decisões numa determinada área; (e) facilitar a seleção e o manuseio de dados para o uso em modelos aplicados para analisar impactos de alternativas em uma área; (f) e apresentar uma área, geográfica e numericamente, tanto antes quanto depois da análise. Em suma, as várias definições do que seria um SIG podem ser sintetizadas em três noções complementares, conforme Maguire, Goodchild e Rhind (1991): mapeamento, banco de dados e análise espacial.

O SIG, portanto, é uma ferramenta fundamental para a análise espacial de dados geográficos, esta preocupada com a localização, a interação, a estrutura e o processo espaciais de fenômenos sociais e econômicos. Mais especificamente, a análise espacial visa estudar o comportamento espacial de fenômenos geográficos (regiões, municípios, cidades, domicílios, etc.) por meio de elementos geométricos, como pontos, linhas ou áreas (polígonos).

Outro elemento crucial para a análise espacial, tanto no sentido absoluto (das coordenadas ou da localização) quanto no sentido relativo (distâncias, arranjo espacial), é o adequado tratamento estatístico dos dados. Acredita-se, há muito tempo, que, para a resolução dos problemas concernentes à geografia, especificamente, e à análise regional, em termos gerais, somente o mapa não é suficiente, nem tão somente os dados estatísticos; parece evidente que devem trabalhar juntos (Sviatlovsky; Eells, 1937).

Particularmente, a análise espacial focaliza aspectos específicos concernentes aos dados e aos modelos utilizados. Anselin (1988; 1992) denomina esses aspectos de **efeitos espaciais** sobre os dados e os divide em dois tipos gerais: a dependência espacial e a heterogeneidade espacial. O primeiro efeito, também conhecido como associação espacial ou autocorrelação espacial, está diretamente relacionado com a primeira lei da geografia de Tobler, qual seja, “[...] todas as coisas são parecidas, porém, coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes” (Tobler apud Druck et al., 2004, p. 11). Nesse sentido, pode-se considerar que, em um conjunto de entes geográficos (pontos, linhas ou polígonos), valores similares de uma variável tendem a estar próximos, o que poderia ser um aglomerado (*cluster*). A título de exemplo, veja-se o caso de um bairro metropolitano com altas taxas de criminalidade; provavelmente, os bairros vizinhos também possuem um grande número de crimes. A análise de dependência espacial, portanto, busca verificar essa associação que depende, especialmente, da distância.¹ Ressalta-se que a noção de espaço (relativo) pode ir além da idéia de distância (euclidiana), ou seja, considerar outras noções de espaço — espaço social (ou lugar), espaço político (ou território), espaço econômico (custo de deslocamento) —, o que evidencia um grande leque de possibilidades de estudos para as ciências sociais em geral.

O segundo tipo de efeito espacial, a heterogeneidade espacial, trata da diferenciação espacial, ou regional, ou, em outros termos, da unicidade de cada lugar, ou seja, cada localização é possuidora de características únicas. Assim, a heterogeneidade está associada a uma ausência de estabilidade do comportamento das variáveis sobre o espaço em questão: os parâmetros que caracterizam as unidades variam com a localização.

Mais preocupado com o segundo efeito (heterogeneidade espacial) do que com o primeiro (dependência espacial), este trabalho tem por objetivo proporcionar, por meio de algumas técnicas de análise espacial realizadas em um SIG, uma melhor compreensão da distribuição espaço-temporal das diferentes regiões gaúchas, levando em conta aspectos econômicos (análise regional). Mais especificamente, os dados utilizados são o PIB, a renda mensal total e a renda mensal *per capita* dos municípios, no período que compreende os anos de 1970 e de 2000, considerando-se somente os anos censitários. Ressalta-se, também, o aporte da estatística espacial para a compreensão da distribuição dos dados no espaço, a exemplo das medidas espaciais de tendência central (ou centralidade) e de dispersão (ou variabilidade).

¹ Como exemplo de método de análise de autocorrelação espacial tem-se o índice I de Moran (global e local).

O texto está dividido em quatro seções principais: a primeira introduz a temática e os objetivos do trabalho e finda aqui; a segunda seção descreve a metodologia utilizada nas análises, sobretudo acerca das medidas de tendência central e de dispersão das distribuições espaciais, as quais estão distribuídas em três subseções (centro médio, distância-padrão e elipse de desvio-padrão); a terceira analisa os resultados obtidos das medições em quatro subseções referentes às variáveis analisadas (PIB, renda total, renda *per capita* e uma interpretação sintética das variáveis); e a última tece as considerações finais.

2 Metodologia espacial

Para a análise espacial da realidade gaúcha, foram utilizadas as informações estatísticas por município — PIB, rendas mensais total e *per capita* —, a base digital cartográfica e o Sistema de Conversão Municipal obtidos do CD-ROM **RS em Mapas e Dados** (Paiva, 2007). Os dados dizem respeito aos anos censitários de 1970, 1980, 1991 e 2000; com exceção do PIB de um dos anos, em que, ao invés do valor de 1991, se utilizou o de 1990, em razão de sua inexistência para aquele ano.² Alguns comentários e explicitações referentes a esses três aspectos preliminares da metodologia — dados utilizados, base cartográfica e sistema de conversão — são apresentados a seguir.

Os dados utilizados neste trabalho são PIB total e renda (total e *per capita*) dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul,³ servindo como indicativos da riqueza estadual. O PIB por município, por si só, não é um indicador muito bom, apesar de ser, muito frequentemente, utilizado para esse fim. Com efeito, diferentemente do PIB de um país, o PIB de um município pode ser muito diferente da renda disponível no próprio município, uma vez que parte da riqueza gerada no local pode ser deslocada para outros lugares (Paiva; Tartaruga, 2007). Desse modo, utilizam-se também as rendas total e *per capita* em razão de serem mais representativas da riqueza municipal. A renda apropriada, apesar de mais representativa, é um indicador limitado, pois ela não considera a renda não monetária, importante principalmente para as populações rurais.

² Adicionalmente, nas informações do PIB de 1970, não há o valor referente ao Município de Chiapeta; assim, nos procedimentos estatísticos, atribui-se o valor zero para esse município no período, sem erro significativo no conjunto dos municípios.

³ Os dados das rendas são oriundos dos Censos do IBGE 1970, 1980, 1991 e 2000 (2003; 2004; 2006; 2002), e o PIB total foi calculado pelo IPEA (IPEADATA, 2006). Os valores monetários do PIB e das rendas correspondem a reais do ano 2000.

O outro aspecto preliminar desta pesquisa, a base digital cartográfica do Estado do Rio Grande Sul, providencia o suporte básico para a realização das análises de caráter espacial; utilizaram-se, especificamente, as malhas municipais (áreas e limites dos municípios). Neste trabalho, foram utilizadas duas das bases (malhas municipais) disponíveis em Paiva (2007)⁴: a que vigorava no período de 1966 até 1982, com 232 municípios; e, no período a partir de 2003 (atual), com 496 municípios. Na primeira base, são realizados todos os procedimentos de estatística espacial, enquanto nesta é feita tão somente a visualização de alguns resultados estatísticos sobre a primeira. As bases foram obtidas no formato (vetorial) de arquivos do *software* TerraView⁵ (um SIG), as quais foram convertidas para o formato *shapefile* (.shp) e importadas para o *software* ArcGIS⁶ (SIG), no qual são realizadas as técnicas de análise espacial e, neste, transformadas para o formato *Geodatabase Feature Class* (.gdb). Algumas informações cartográficas básicas que caracterizam todos os mapas constantes neste trabalho: Projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM);⁷ *Datum* horizontal Córrego Alegre; Zona 22 (Sul); Meridiano central - 51 (51° oeste); Unidade de medida linear metro.

O último aspecto preliminar para a realização deste trabalho diz respeito ao Sistema de Conversão Municipal (Paiva, 2007). Esse sistema permite a comparação da estrutura municipal gaúcha no período que compreende os anos de 1966 e 2006, lembrando que, durante esse período, houve diversas mudanças nessa estrutura.⁸ O sistema converte os dados municipais de qualquer ano do período para a estrutura municipal de 1970 (232 municípios), possibilitando, portanto, a comparação do desempenho de qualquer município ao longo do tempo. Para efetivar a conversão, deve-se escolher um dos três critérios de imputação: área cedida, origem da sede ou população originalmente cedida por cada

⁴ No trabalho de Paiva (2007), estão disponibilizadas todas as malhas municipais do RS desde 1966: de 1966 a 1982, com 232 municípios; de 1983 a 1989, 244 municípios; de 1990 a 1992, 333 municípios; de 1993 a 1996, 427 municípios; de 1997 a 2000, 467 municípios; de 2001 a 2002, 497 municípios; e de 2003 a 2006, 496 municípios.

⁵ TerraView (versão 3.1.4) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

⁶ ArcGIS (versão 9.2) da Environmental Systems Research Institute (ESRI).

⁷ As coordenadas dos pontos na projeção UTM são representadas por medidas em metros. Por exemplo, as coordenadas do ponto mais meridional do Estado gaúcho e do Brasil, situado no atual Município de Santa Vitória do Palmar, são, aproximadamente, 6.262.963m N (latitude) e 277.958m E (longitude).

⁸ Somente para ressaltar essa condição, em 1966 o Estado era composto de 232 municípios, e essa quantidade alcançou, em 2006, 496 municípios.

município para a constituição das novas estruturas. Para este trabalho, todos os dados utilizados foram convertidos com respeito ao critério da população cedida, em razão da relação entre esse critério e os dados.

No âmbito dos procedimentos estatísticos — talvez a contribuição mais importante deste trabalho —, faz-se uso de técnicas da estatística descritiva espacial para resumir e apresentar as informações de forma a facilitar sua interpretação. Com esse intuito, de um lado, utiliza-se uma medida de centralidade (ou tendência central) espacial — o centro médio, também conhecido como centro espacial, ponderado pelos dados descritos anteriormente —, de outro, duas medidas de dispersão (ou variabilidade) espacial — a distância-padrão e a elipse de desvio-padrão.⁹

Essas técnicas estão dentro de uma subárea da estatística, a Estatística Centrográfica, que surge como método de análise regional no século XIX, nos Estados Unidos, e, originalmente, preocupada com a distribuição de populações humanas (Sviatlovsky; Eells, 1937). Além disso, tem por objetivo principal a união das técnicas de representação e visualização espacial com os procedimentos estatísticos clássicos (médias aritmética e ponderada, desvio-padrão, etc.), de forma a melhorar as técnicas estatísticas para a análise regional.

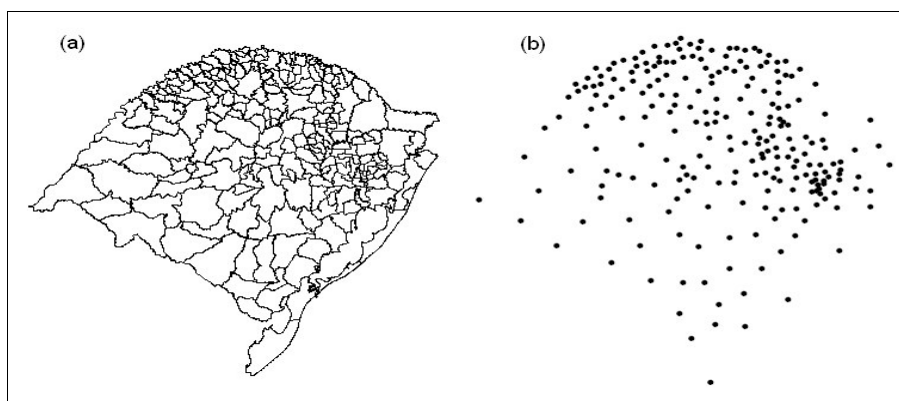
Esses procedimentos, portanto, visam providenciar medidas básicas da distribuição espacial de pontos que representam fenômenos sociais ou econômicos da realidade. Nesse sentido, como a unidade espacial neste trabalho é o município, portanto, representado espacialmente por um polígono e não por um ponto, deve-se proceder à transformação dos municípios/polígonos em pontos, mais especificamente, nos respectivos centróides, que são os centros geométricos ou gravitacionais (Figura 1).

Os métodos aqui apresentados, em termos gerais, podem auxiliar na determinação de padrões, de tendências ou de relações da distribuição. Em termos específicos, visam responder às seguintes perguntas com respeito à distribuição espacial de certos fenômenos (dados quantitativos): onde está o centro? Como os dados estão dispersos ao redor do centro? Além disso, o uso desses métodos é indicado para a realização de comparações entre distribuições de diferentes elementos, por exemplo, de homens e de mulheres, ou entre distribuições ao longo do tempo.

⁹ Esses procedimentos estatísticos realizaram-se por meio do ArcGIS.

Figura 1

Representações dos municípios gaúchos: (a) malha municipal (polígonos) e (b) respectivos centróides (pontos) dos municípios

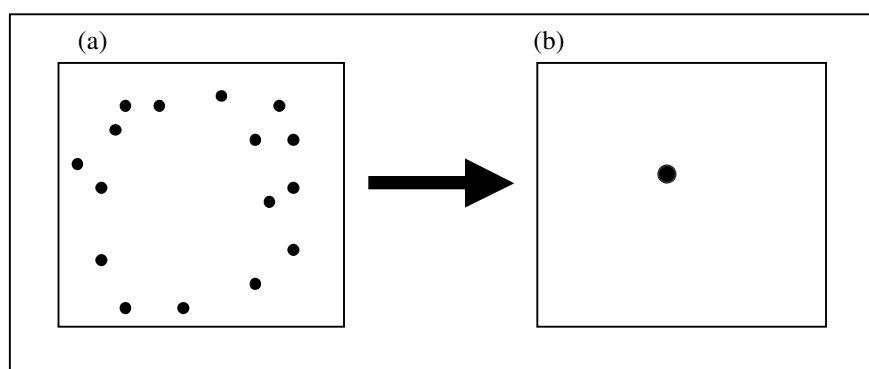


2.1 Centro médio

O centro médio (ou centro espacial) de um conjunto de unidades espaciais — no caso desta pesquisa, os municípios de 1970 — é um ponto imaginário, georreferenciado, que representa o centro da distribuição (ou centro de gravidade) (Figura 2). Ele seria o equivalente à média aritmética da estatística clássica, e serve, principalmente, para descobrir mudanças na distribuição ao longo do tempo.

Figura 2

Desenho esquemático (a) de distribuição de pontos e
(b) do respectivo centro médio



Os centros médios são obtidos, conforme Ebdon (1985), por meio do cálculo das médias das coordenadas X (longitudes) e Y (latitudes) dos centróides dos municípios, como descrito a seguir:

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right)$$

Em que:

\bar{x} = coordenada X (longitude) do centro médio;

\bar{y} = coordenada Y (latitude) do centro médio;

x_i = coordenada X (longitude) do centróide do município "i";

y_i = coordenada Y (latitude) do centróide do município "i";

n = número de centróides (municípios).

As coordenadas do centro médio minimizam a soma das distâncias quadráticas entre ele próprio e cada um dos centróides. Matematicamente, o centro médio minimiza o seguinte somatório:

$$\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]$$

Entretanto, o centro médio indica, simplesmente, o centro da distribuição das localizações dos centróides, portanto, considerando tão somente a dimensão espacial, não indicando nada sobre a distribuição de algum dado ou informação estatísticos. Porém, da mesma forma que há a média ponderada na estatística clássica, pode-se calcular o centro médio de pontos ponderado e, portanto, representar também o comportamento espacial de alguma informação quantitativa (população, PIB, renda, etc.), ou seja, a cada coordenada de cada centróide são associados certos fatores de ponderação ou pesos (variáveis), o que satisfaz os objetivos deste trabalho. Em termos matemáticos:

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n p_i x_i}{\sum_{i=1}^n p_i}, \frac{\sum_{i=1}^n p_i y_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \right)$$

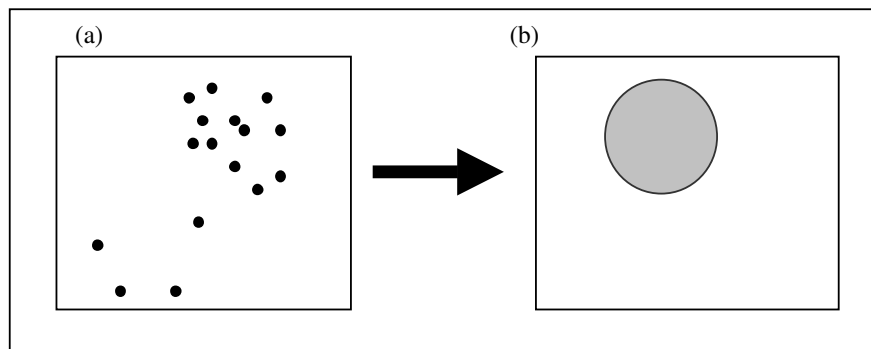
Adicionalmente à equação apresentada anteriormente: p_i = valor de ponderação (peso) correspondente ao centróide (município) “ i ”.

2.2 Distância-padrão

De maneira complementar ao centro médio, a distância-padrão é uma medida do grau de concentração ou de dispersão da distribuição espacial de pontos em torno do centro médio. Esse valor é uma distância que equivale ao raio de um círculo com o ponto central localizado no centro médio da distribuição. O desvio-padrão de uma variável, da estatística clássica, seria o equivalente à distância-padrão (em duas dimensões). Por conseguinte, quanto maior a distância-padrão (e o círculo respectivo) de uma distribuição de pontos, maior será a dispersão desses pontos em torno do respectivo centro espacial; e, contrariamente, quanto menor a distância-padrão, maior será a concentração dos pontos em torno do centro (Figura 3).

Figura 3

Desenho esquemático (a) de distribuição de pontos e (b) do respectivo círculo com raio de uma distância-padrão



Matematicamente, a distância-padrão representa o desvio-padrão das distâncias de cada ponto com o centro médio da distribuição. E a equação que a define é a seguinte:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}$$

Em que:

S_{xy} = distância padrão;

\bar{x} = coordenada X (longitude) do centro médio;

\bar{y} = coordenada Y (latitude) do centro médio;

x_i = coordenada X (longitude) do centróide do município "i";

y_i = coordenada Y (latitude) do centróide do município "i";

n = número de centróides (municípios).

Da mesma maneira que o centro médio, a distância-padrão somente tem utilidade para esta pesquisa na sua forma ponderada pelos dados em questão (PIB e renda). E a equação é a seguinte:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n p_i (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^n p_i (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n p_i}}$$

Adicionalmente à equação anterior: p_i = valor de ponderação (peso) correspondente ao centróide do município “ i ”.

Entretanto, a distância-padrão não leva a qualquer conhecimento a respeito da direção da distribuição, a exemplo de uma direção ou eixo preferencial de distribuição da população; para esse fim, utiliza-se o método das elipses de desvio-padrão, a ser tratado na seção seguinte.

2.3 Elipse de desvio-padrão

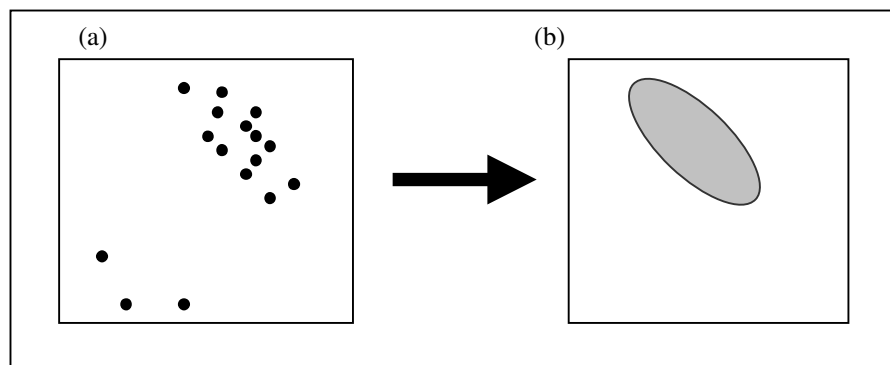
Como destacado anteriormente, a distância-padrão é considerada uma medida interessante e simples da dispersão das informações pontuais ao redor do centro médio, porém ela não permite fazer qualquer consideração sobre a direção da distribuição, isto é, não mostra a “forma” da distribuição. Assim, a técnica da elipse de desvio-padrão proporciona o conhecimento da dispersão espacial em dois sentidos: densidade (ou compacidade) e orientação; portanto, proporciona o conhecimento da natureza da distribuição dos dados na sua assimetria (em diferentes direções). Essa técnica, dessa forma, auxilia a identificação da tendência de uma distribuição de pontos, muito útil para a comparação de distribuições e em diferentes períodos de tempo.

Cada elipse é determinada por meio de três parâmetros: ângulo de rotação, dispersão ao longo do maior eixo e dispersão ao longo do menor eixo. O eixo maior define a direção de máxima dispersão da distribuição, enquanto o menor eixo é perpendicular ao eixo anterior e define a mínima dispersão (Figura 4).

Além disso, pode-se definir o número de desvios-padrão para representar a abrangência da elipse de desvio-padrão, que podem ser de um, dois ou três desvios. Assim, para uma distribuição de tipo normal dos pontos dos dados ao redor do centro médio, tem-se que: uma elipse de um desvio-padrão cobrirá, aproximadamente, 68% dos centróides do espaço analisado; de dois desvios-padrão cobrirá, aproximadamente, 95% dos centróides; e de três desvios-padrão cobrirá, aproximadamente, 99% dos centróides. Vale ressaltar que, para o método ponderado de elipses de desvio-padrão, esses percentuais corresponderão, aproximadamente, à parcela do total da variável de ponderação.

Figura 4

Desenho esquemático (a) de distribuição de pontos e (b) de respectiva elipse de desvio-padrão



Em termos de formulação matemática, a elipse de desvio-padrão origina-se da distribuição bivariada, que se caracteriza por dois tipos de desvio-padrão, nas direções X (longitudes) e Y (latitudes), ortogonais e que definem uma elipse (Ebdon, 1985):

$$\text{Distribuição bivariada} = \sqrt{\frac{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}{2}}$$

Em que:

σ_x = desvio-padrão na direção X (longitudes);

σ_y = desvio-padrão na direção Y (latitudes).

Contudo a elipse de desvio-padrão é calculada em duas etapas. Na primeira etapa, a orientação dos eixos que define a elipse é calculada de modo que a soma dos quadrados das distâncias entre os pontos da distribuição e os eixos da elipse seja mínimo. Portanto, obtém-se o ângulo (θ) dessa orientação por meio da seguinte equação:

$$\theta = \text{Arctan} \left\{ \frac{\left[\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right) + \left[\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \right)^2 \right]^{1/2}}{2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})} \right\}$$

Em que:

θ = ângulo de rotação da elipse de desvio-padrão;

\bar{x} = coordenada X (longitude) do centro médio;

\bar{y} = coordenada Y (latitude) do centro médio;

x_i = coordenada X (longitude) do centróide do município "i";

y_i = coordenada Y (latitude) do centróide do município "i";

n = número de centróides (municípios).

Assim, o eixo Y é girado, no sentido horário, pelo ângulo θ (calculado antes). Na segunda etapa para determinar a elipse, são calculados os dois desvios-padrão (σ_x , σ_y),¹⁰ utilizando os eixos X e Y girados, por meio das duas equações que seguem:

$$\sigma_x = \sqrt{\left\{ 2 \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) \cos \theta - (y_i - \bar{y}) \sin \theta]^2 / (n - 2) \right\}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\left\{ 2 \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) \sin \theta - (y_i - \bar{y}) \cos \theta]^2 / (n - 2) \right\}}$$

¹⁰ A formulação original da elipse de desvio-padrão foi obtida de Ebdon (1985). Entretanto as elipses geradas a partir dela resultavam em elipses de tamanho muito pequeno; esse erro foi resolvido para o *software* ArcGIS, conforme a especialista da empresa que produz esse programa computacional, Lauren M. Scott. Para corrigir esse problema (de subestimação), foi acrescentado o cálculo da raiz quadrada dos desvios dos eixos da elipse, conforme o pesquisador Ned Levine e descrito na documentação do *software* CrimeStat (Levine, 2007).

Em acréscimo à equação anterior: σ_x = desvio-padrão na direção X (longitudes); e σ_y = desvio-padrão na direção Y (latitudes).

Desse modo, a elipse de desvio-padrão define-se pelos seguintes parâmetros, além, é claro, do respectivo centro médio, que é o centro da elipse:

- ângulo de rotação = θ
- comprimento do eixo X = $2\sigma_x$
- comprimento do eixo Y = $2\sigma_y$

Além do mais, pode-se proceder ao cálculo ponderado da elipse de desvio-padrão da distribuição pontual no espaço. Agora, matematicamente, tem-se:

$$\theta = \text{Arctan} \left\{ \frac{\left[\left(\sum_{i=1}^n p_i (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n p_i (y_i - \bar{y})^2 \right) + \left[\left(\sum_{i=1}^n p_i (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n p_i (y_i - \bar{y})^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n p_i^2 (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \right)^2 \right]^{1/2}}{2 \sum_{i=1}^n p_i^2 (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})} \right\}$$

Adicionando às equações anteriores: p_i = valor de ponderação (peso) correspondente ao centróide do município "i".

E os dois desvios-padrão (σ_x , σ_y), ponderados, são calculados por meio das seguintes equações:

$$\sigma_x = \sqrt{\left\{ 2 \sum_{i=1}^n [p_i (x_i - \bar{x}) \cos \theta - p_i (y_i - \bar{y}) \sin \theta]^2 / p_i \right\}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\left\{ 2 \sum_{i=1}^n [p_i (x_i - \bar{x}) \sin \theta - p_i (y_i - \bar{y}) \cos \theta]^2 / p_i \right\}}$$

E, novamente, tem-se que, com relação ao centro médio respectivo:

- ângulo de rotação = θ
- comprimento do eixo X = $2\sigma_x$
- comprimento do eixo Y = $2\sigma_y$

3 Distribuição geográfica dos dados

3.1 Produto Interno Bruto

A distribuição espacial do PIB total municipal gaúcho, no período de 1970 a 2000, é mostrada na Figura 5. Percebe-se que a Capital (à direita nos mapas) tem, em todos os anos, o maior destaque. Logo após esta, destacam-se os Municípios de Caxias do Sul, Pelotas, Rio Grande, Santa Maria, Passo Fundo e alguns da Região Metropolitana de Porto Alegre. Vale a pena lembrar que se percebe uma perda relativa, ao longo do período analisado, do PIB dos municípios da parcela entre o sul e o oeste do Estado em relação, sobretudo, ao eixo Porto Alegre-Caxias do Sul.

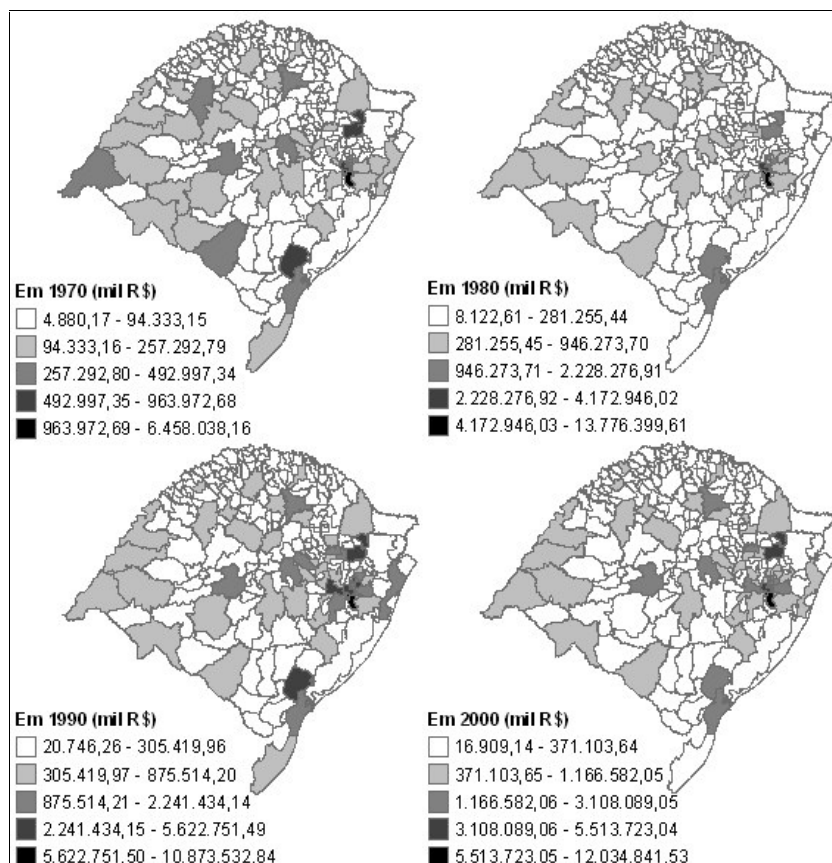
Apesar da interessante visualização dos dados, a Figura 5 não possibilita uma interpretação satisfatória e fácil dos dados, em função da complexidade das informações. Assim, passa-se a utilizar métodos que generalizam espacialmente as informações e, portanto, facilitam sua interpretação em termos gerais.

Primeiro, foram determinados os centros médios (ponderados) do PIB do Estado, ou seja, os pontos imaginários que representam os centros de gravidade do PIB em cada período analisado (Quadro 1). Em resumo, os centros médios estão localizados no Município de Venâncio Aires e proximidades (Quadro 1). Porém o mais interessante se verifica no deslocamento do PIB ao longo do período do estudo.

Assim, ao analisar-se o comportamento dos centros médios do PIB nos diferentes anos, fica evidente que ele é errático, tanto na sua intensidade quanto no deslocamento espacial (Figura 6). Em relação à intensidade da mudança, verifica-se que, entre os anos de 1970 e 1980, ocorre a mudança mais intensa, que foi de 21km (distância entre os respectivos centros médios), enquanto, nos outros pares de décadas, foi bem menor: entre 1980 e 1990, de 10km; e entre 1990 e 2000, de 8,2km (a menor). Portanto, na década inicial, houve, até mesmo, um deslocamento geral do PIB mais intenso do que nas duas décadas seguintes somadas. Além do mais, em termos dos rumos dos deslocamentos desses centros, observa-se que, de 1970 a 1980, a mudança foi no sentido leste-sudeste do Estado; na década seguinte (1980 a 1990), o deslocamento foi no sentido norte; e, mudando novamente, de 1990 a 2000, o sentido foi leste-nordeste. Por conseguinte, conclui-se que a distribuição espacial geral do PIB no Estado sofreu mudanças importantes ao longo do período estudado.

Figura 5

Distribuição espacial do PIB do Rio Grande do Sul pelo método de "quebras naturais" (Jenks) — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

NOTA: O método de classificação de dados de "quebras naturais" (ou método de Jenks) utiliza um algoritmo iterativo, que procura reduzir a variância dentro dos grupos e maximizar a variância entre os diferentes grupos. Em outras palavras, as quebras ocorrem nos pontos mais baixos dos "vales" do histograma dos dados. A maior vantagem do método é que ele considera explicitamente a distribuição dos dados. De outro lado, a desvantagem do método é a dificuldade de entendimento da lógica para a maioria dos usuários do mapa. Além disso, os valores da legenda da classificação (intervalos das classes), geralmente, parecem não ser intuitivos. De qualquer maneira, esse método foi utilizado aqui em razão de a capital do Estado, Porto Alegre, possuir valores muito discrepantes (maiores) em comparação ao restante dos municípios (característica de um *outlier*), em quase todos os tipos de informações utilizados, e, diferentemente de outros métodos de classificação (quantis, intervalos iguais, desvio-padrão), esse método discrimina a capital gaúcha (*outlier*) do restante das municipalidades. Ver ESRI (2006).

Quadro 1

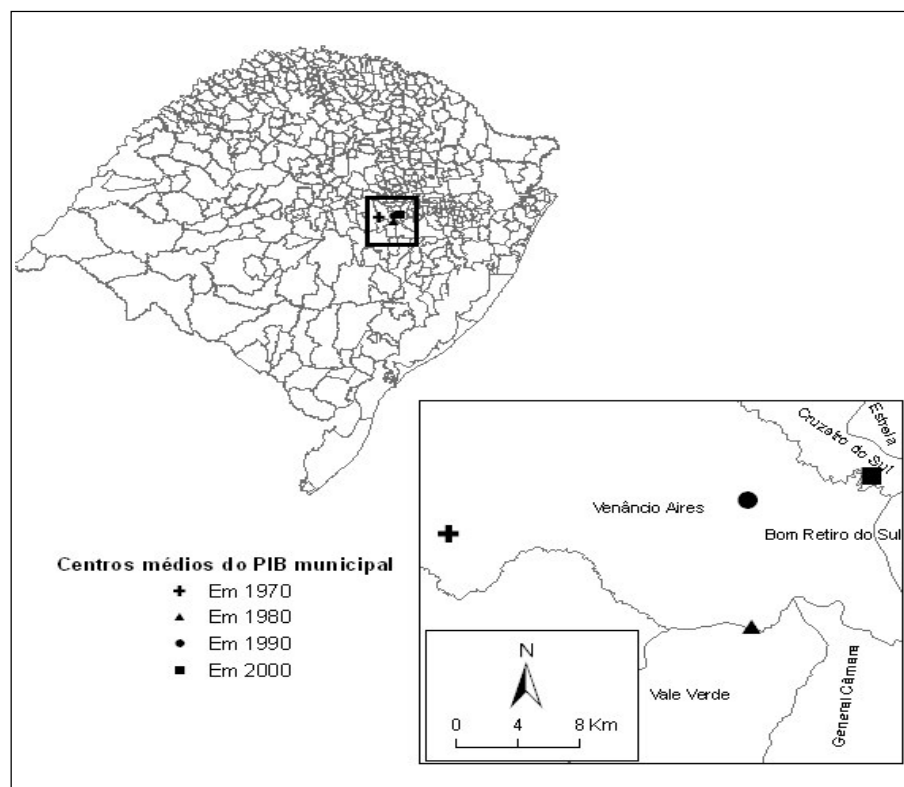
Centros médios do PIB do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	LONGITUDE OESTE	LATITUDE SUL	LOCALIZAÇÃO APROXIMADA ATUAL
1970	52° 16' 05"	29° 39' 18"	Município de Venâncio Aires
1980	52° 03' 52"	29° 43' 26"	Limite entre os Municípios de Venâncio Aires e Vale Verde
1990	52° 03' 54"	29° 38' 07"	Município de Venâncio Aires
2000	51° 59' 00"	29° 37' 06"	Município de Cruzeiro do Sul

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Figura 6

Centros médios do PIB do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Além disso, a distância-padrão (ponderada) do PIB, medida de concentração/dispersão da distribuição espacial a partir do respectivo centro médio, indica um comportamento regular com respeito à medida de dispersão espacial do PIB — a distância-padrão (Tabela 1). Observa-se, em primeiro lugar, que não houve modificações tão significativas no período analisado. Mesmo assim, o ano de 1970 é o que apresenta a maior dispersão espacial do PIB no período (distância-padrão de 182,8km), e a maior concentração encontra-se no ano final, em 2000 (distância-padrão de 163,3km). O que ocorre, em verdade, é uma redução gradual da distância-padrão ao longo do período, isto é, há uma tendência de concentração espacial do PIB nos municípios.

Tabela 1

Distância-padrão do PIB do Rio Grande do Sul — 1970-2000		
ANOS	DISTÂNCIA-PADRÃO (km)	DIFERENÇA DA DISTÂNCIA-PADRÃO ENTRE OS ANOS (km)
1970	182,8	...
1980	174,1	- 8,7
1990	170,8	- 3,3
2000	163,3	- 7,5

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

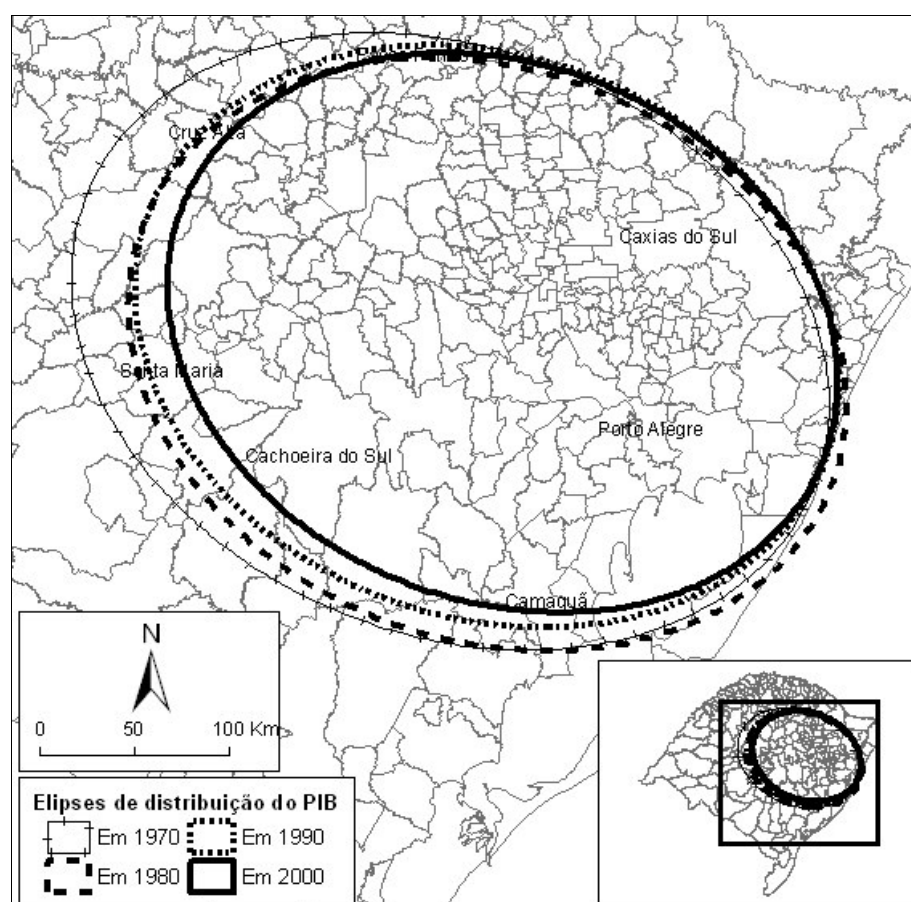
Por fim, procede-se à construção das elipses de desvio-padrão que, além de indicarem a localização da concentração do PIB, mostram a orientação geral da distribuição espacial nos diferentes anos. Ao analisar as elipses (Figura 7), verifica-se que o PIB está, especialmente, concentrado no espaço demarcado pelo Município de Porto Alegre e pela Região Metropolitana de Porto Alegre, no extremo leste das elipses; pelo Município de Santa Maria, no extremo oeste das elipses; por Passo Fundo, no extremo norte; e por Camaquã, no extremo sul.

Apesar das formas das elipses serem quase circulares, o que indica que não há um eixo direcional muito proeminente da distribuição do PIB, podem-se perceber algumas tendências mesmo que tênues (Figura 7). Primeiro, o PIB está levemente distribuído no eixo noroeste-sudeste das elipses, e, além do mais, as elipses apresentam um movimento errático ao longo do período (da mesma maneira que o movimento dos centros médios do PIB), ou seja, entre 1970 e 1980, há um deslocamento considerável no sentido leste-sudeste do Estado; entre 1980 e 1990, ocorre um deslocamento menos intenso que o anterior,

no sentido norte; e, entre 1990 e 2000, no sentido leste-nordeste (Figura 7 e Tabela 2). Adicionalmente, há uma tendência à concentração espacial do PIB ao longo do tempo, fato evidenciado na diminuição gradual das distâncias-padrão dos eixos das elipses (X e Y) (Tabela 2).

Figura 7

Elipses de desvio-padrão do PIB do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Tabela 2

Elipses de desvio-padrão do PIB do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	DISTÂNCIA- -PADRÃO EM X (km)	DISTÂNCIA- -PADRÃO EM Y (km)	ROTAÇÃO (graus decimais)	PARCELA DO PIB NA ELIPSE (%) (1)	NÚMERO DE MUNICÍPIOS NA ELIPSE (1)
1970	206,3	155,8	113,6	68,7	112
1980	193,7	152,0	111,7	70,1	103
1990	189,6	149,6	111,2	72,6	105
2000	181,4	142,8	113,1	72,2	102

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

(1) Informações referentes aos centróides dos municípios que estão dentro da respectiva elipse de desvio-padrão.

3.2 Renda mensal

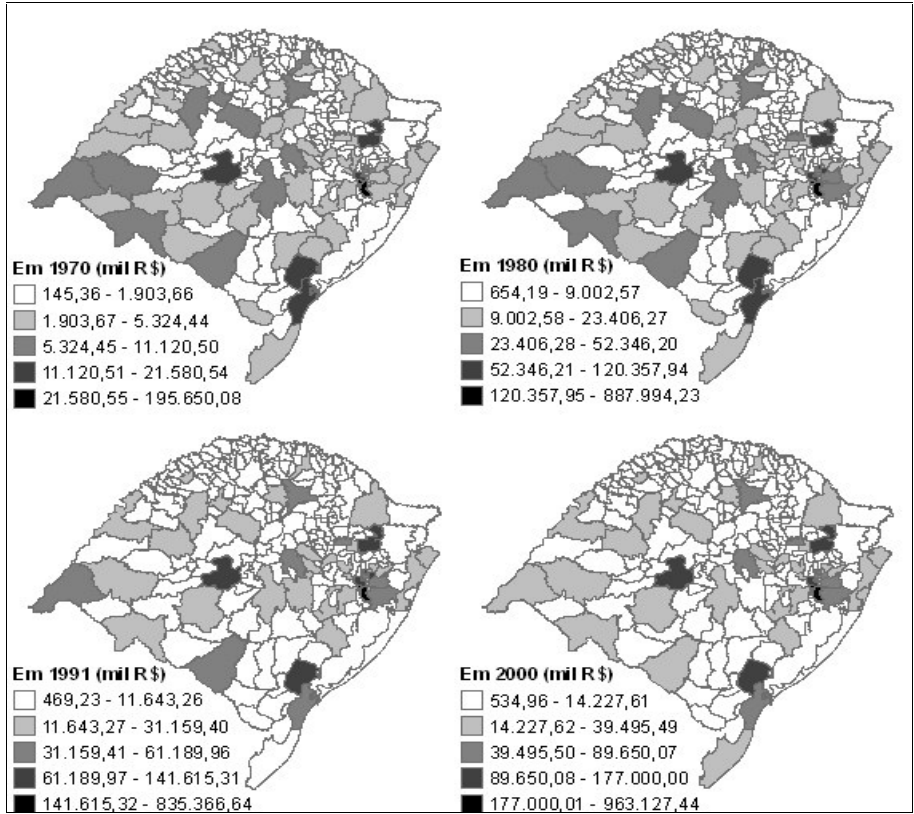
Ao analisar a distribuição espacial da renda mensal municipal no Estado (Figura 8), ressalta-se que, além do fato de a capital gaúcha ser a de maior renda em todos os períodos, a faixa do Estado que vai do sul até o oeste do território gaúcho sofreu uma perda de renda importante em relação ao restante do Estado, sobretudo entre os anos de 1980 e 1991, tendência que continua no período seguinte (1991-2000).

Os centros médios de renda mensal estão localizados no Município de Passo do Sobrado, nos anos de 1970 e 1980; no Município de Vale Verde, em 1991; e em Venâncio Aires, em 2000 (Quadro 2).

Observa-se, no mapa (Figura 9), que a localização dos centros médios é diferenciada ao longo do tempo. Entre 1970 e 1980, o centro médio de renda desloca-se 8,3km no sentido leste-nordeste do Estado; entre 1980 e 1991, o centro médio desloca-se, de modo bem mais intenso, 15,5km no sentido leste-sudeste; e, entre 1991 e 2000, desloca-se, o menor deslocamento, apenas 3,7km a leste-nordeste, novamente. Entre 1980 e 1991, portanto, ocorre um deslocamento importante na distribuição espacial geral da renda no território gaúcho, e, de outro lado, verifica-se uma tendência de estabilização na distribuição espacial entre 1991 e 2000.

Figura 8

Distribuição espacial da renda mensal do Rio Grande do Sul pelo método de "quebras naturais" (Jenks) — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Quadro 2

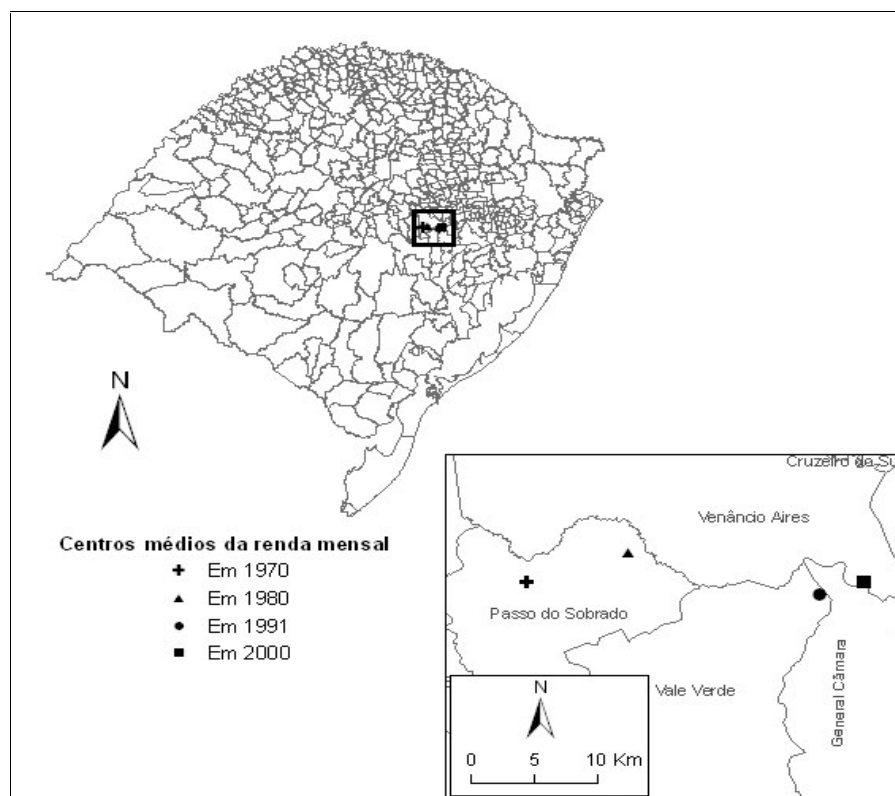
Centros médios de renda mensal do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	LONGITUDE OESTE	LATITUDE SUL	LOCALIZAÇÃO APROXIMADA ATUAL
1970	52° 15' 37"	29° 43' 06"	Município de Passo do Sobrado
1980	52° 10' 43"	29° 41' 46"	Município de Passo do Sobrado
1991	52° 01' 25"	29° 43' 45"	Município de Vale Verde
2000	51° 59' 04"	29° 43' 14"	Município de Venâncio Aires

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Figura 9

Centros médios de renda mensal do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

A distribuição espacial da renda mensal apresenta, ao longo do período, uma tendência de concentração. Tendência que é demonstrada pelas distâncias-padrão ponderadas pela renda (Tabela 3): de 1970 a 2000, o período completo do estudo, a distância-padrão tem uma redução de 16,2km (concentração espacial); em 1970, a distância-padrão alcança o maior valor do período analisado (183,5km), portanto, maior dispersão espacial; e, em 2000, o menor valor (167,3km), maior concentração espacial. Destaca-se que, entre 1980 e 1991, ocorre a diminuição mais pronunciada do período, o que se relaciona com a mudança mais significativa encontrada na análise a respeito dos centros médios de renda na mesma década.

Tabela 3

Distância-padrão da renda mensal do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	DISTÂNCIA-PADRÃO (km)	DIFERENÇA DA DISTÂNCIA-PADRÃO ENTRE OS ANOS (km)
1970	183,5	...
1980	180,0	- 3,5
1991	169,6	- 10,4
2000	167,3	- 2,3

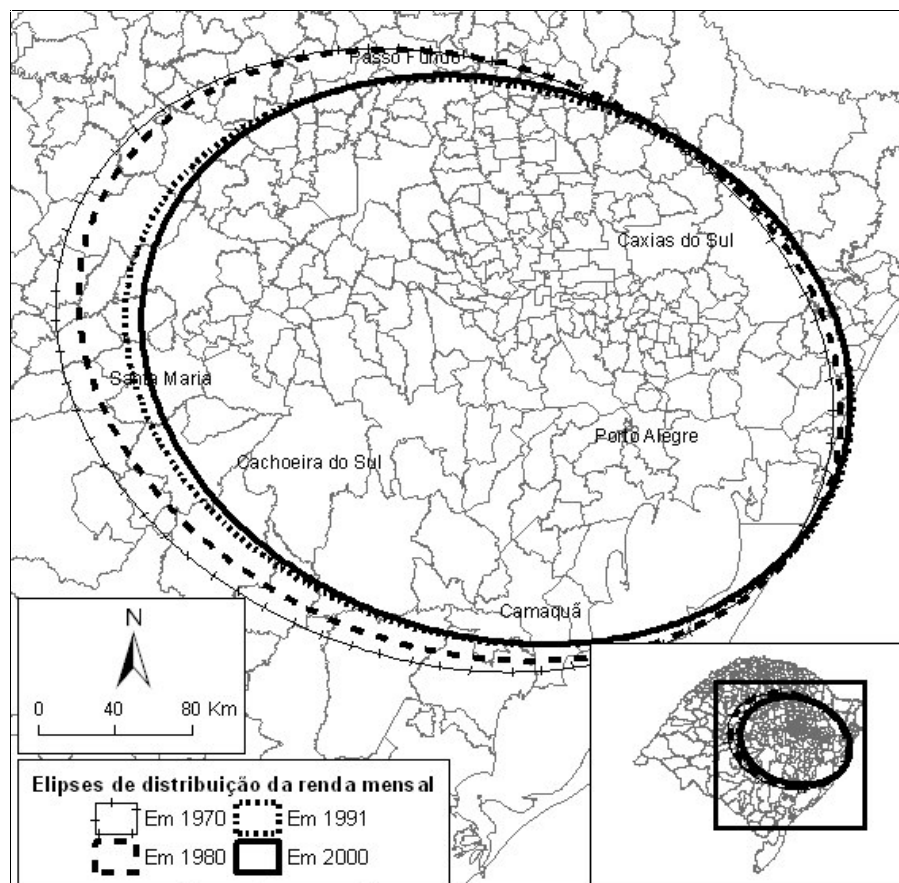
FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

As elipses de desvio-padrão da renda mensal definem o espaço que possui como extremos os Municípios de Porto Alegre (Região Metropolitana de Porto Alegre), ao leste das elipses; de Santa Maria, ao oeste das elipses; de Passo Fundo, ao norte; e de Camaquã, ao sul (Figura 10).

As elipses possuem formas quase circulares, o que indica, em termos gerais, uma pequena tendência direcional (eixo) na distribuição espacial da renda no Estado (Figura 10). Essas elipses tendem a distribuir-se, preferencialmente, na direção oeste-noroeste/leste-sudeste (eixo direcional da distribuição espacial); além disso, as elipses estão se deslocando no sentido leste-sudeste do Estado, ao longo dos anos (Figura 10 e Tabela 4). E, de modo geral, a redução das distâncias-padrão dos eixos das elipses (X e Y), ao longo do tempo, reforça a tendência de leve concentração espacial da renda mensal no território gaúcho (Tabela 4).

Figura 10

Elipses de desvio-padrão de renda mensal do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Tabela 4

Elipses de desvio-padrão da renda mensal do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	DISTÂNCIA- -PADRÃO EM X (km)	DISTÂNCIA- -PADRÃO EM Y (km)	ROTAÇÃO (graus decimais)	PARCELA DA RENDIA MENSAL NA ELIPSE (%) (1)	NÚMERO DE MUNICÍPIOS NA ELIPSE (1)
1970	205,8	158,2	110,0	66,4	110
1980	202,7	153,9	111,4	67,9	107
1991	191,0	145,0	106,5	72,3	100
2000	186,3	145,8	107,8	69,9	99

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

(1) Informações referentes aos centróides dos municípios que estão dentro da respectiva elipse de desvio-padrão.

3.3 Renda mensal *per capita*

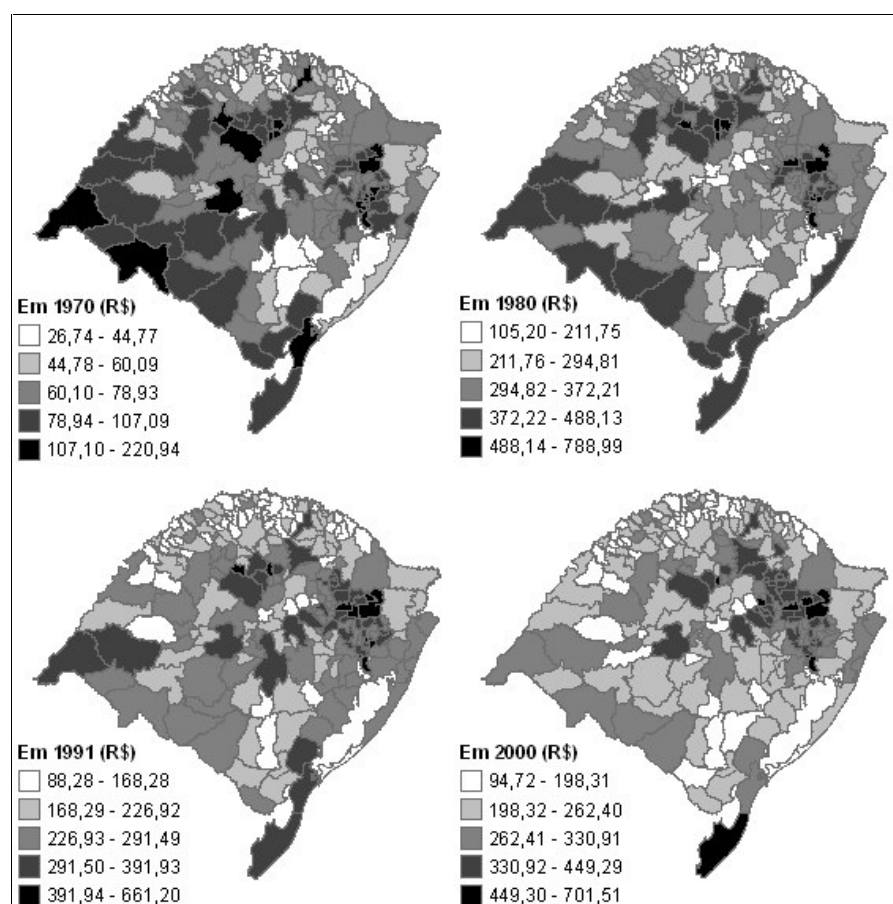
A Figura 11 mostra a distribuição espacial da renda mensal *per capita* municipal no período. Destaca-se, novamente, a perda relativa de importância dessa variável, ao longo do período, na região que vai do sul até o oeste do Estado, sobretudo entre os anos de 1980 e 1991. Por outro lado, ressalta-se o ganho de importância relativa dessa variável, no período, na região entre Porto Alegre e Caxias até Passo Fundo, ressaltando-se que Porto Alegre não se sobressai de forma tão pronunciada como ocorre nas variáveis anteriores.

Para visualizar melhor essa distribuição espacial, vejam-se os centros médios ponderados pela renda mensal *per capita*. Primeiramente, todos os centros médios, nos diferentes anos, estão situados no atual Município de Barros Cassal (Quadro 3).

O comportamento da distribuição espacial geral, ao longo do período, da renda por pessoa é quase constante quanto à intensidade dos deslocamentos e diferenciada quanto ao sentido dos mesmos (Figura 12). Em termos de intensidade das mudanças entre os anos censitários, os deslocamentos variam pouco: entre 1970 e 1980, o centro médio desloca-se apenas 5,7km; entre 1980 e 1991, em 8,9km; e, entre 1991 e 2000, em 6,6km. Em relação aos sentidos dos deslocamentos, ocorrem mudanças significativas: de 1970 a 1980, o centro médio desloca-se no sentido nordeste do Estado; de 1980 a 1991, no sentido leste-sudeste; e, de 1991 a 2000, no sentido norte-nordeste.

Figura 11

Distribuição espacial da renda mensal *per capita* do Rio Grande do Sul pelo método de "quebras naturais" (Kenks) — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

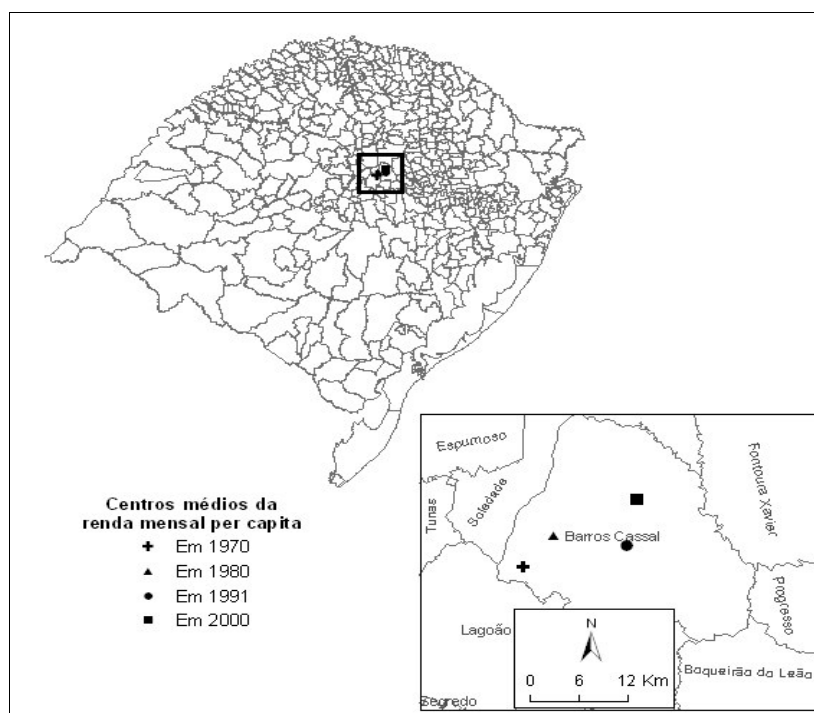
Quadro 3

Centros médios de renda mensal *per capita* do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	LONGITUDE OESTE	LATITUDE SUL	LOCALIZAÇÃO APROXIMADA ATUAL
1970	52° 43' 08"	29° 08' 48"	Município de Barros Cassal
1980	52° 40' 44"	29° 06' 36"	Município de Barros Cassal
1991	52° 35' 14"	29° 07' 19"	Município de Barros Cassal
2000	52° 34' 23"	29° 03' 48"	Município de Barros Cassal

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Figura 12

Centros médios de renda mensal *per capita* do
Rio Grande do Sul — 1970-2000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Por outro lado, o cálculo das distâncias-padrão, nos diversos anos do estudo, mostra uma fraca tendência de concentração espacial dessa variável (Tabela 5). De 1970 a 2000, a distância-padrão sofre uma redução de 9,3km, o que comprova a tendência de concentração espacial.

Tabela 5

Distância-padrão da renda mensal *per capita* do Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	DISTÂNCIA-PADRÃO (km)	DIFERENÇA DA DISTÂNCIA-PADRÃO ENTRE OS ANOS (km)
1970	191,2	...
1980	188,4	- 2,8
1991	183,9	- 4,5
2000	181,9	- 2,0

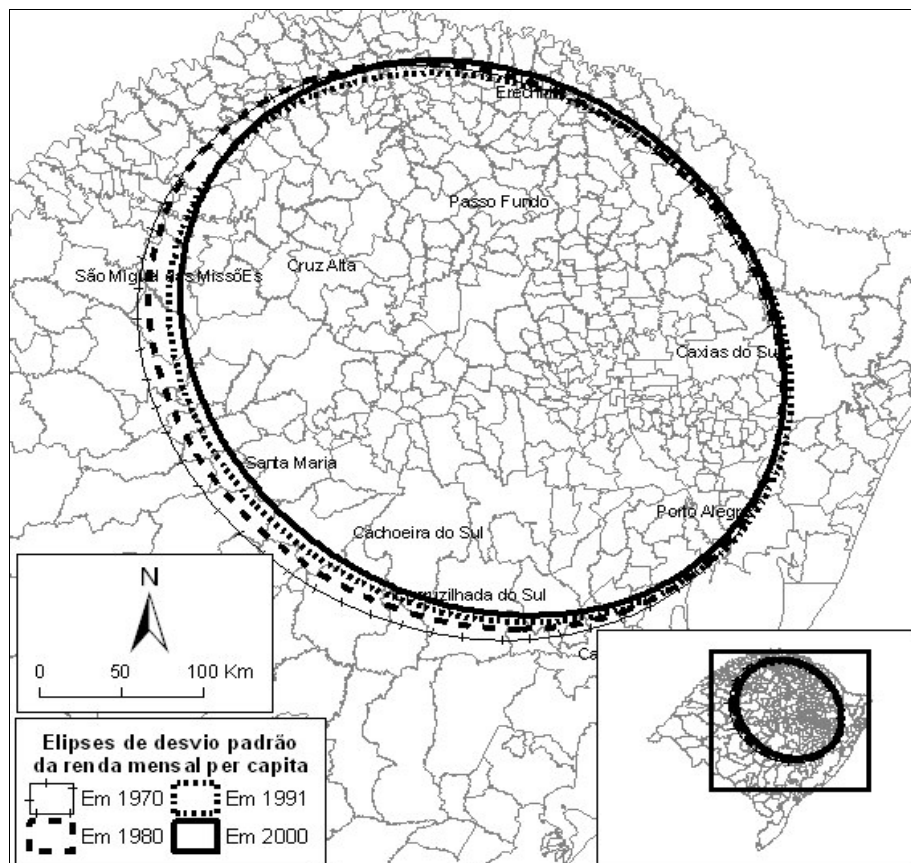
FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

As elipses de desvio-padrão da renda *per capita* (Figura 13) mostram concentração, em termos gerais, dessa variável no espaço delimitado a seguir: no extremo leste das elipses, pelo Município de Porto Alegre (poder-se-ia considerar Caxias do Sul também); no extremo oeste das elipses, pelo Município de São Miguel das Missões; no extremo norte, por Erechim; e, no extremo sul, por Encruzilhada do Sul.

A despeito de as elipses de desvio-padrão possuírem formas quase circulares, elas conformam, levemente, um eixo direcional da distribuição espacial da renda *per capita* na direção noroeste-sudeste (Figura 13 e Tabela 6). Além disso, a redução gradual, ao longo do tempo, das distâncias-padrão dos eixos (X e Y) das elipses reforça a leve tendência de concentração espacial da renda de 1970 a 2000 (Tabela 6).

Figura 13

Elipses de desvio-padrão da renda mensal *per capita*
do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

Tabela 6

Elipses de desvio-padrão da renda mensal *per capita* do
Rio Grande do Sul — 1970-2000

ANOS	DISTÂNCIA- -PADRÃO EM X (km)	DISTÂNCIA- -PADRÃO EM Y (km)	ROTAÇÃO (graus decimais)	PARCELA DA RENDAS MENSAL <i>PER CAPITA</i> NA ELIPSE (%) (1)	NÚMERO DE MUNICÍPIOS NA ELIPSE (1)
1970	205,4	175,9	123,8	64,2	141
1980	203,9	171,4	125,6	64,5	140
1991	198,9	167,5	123,2	64,2	131
2000	196,0	166,5	130,0	65,5	135

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

(1) Informações referentes aos centróides dos municípios que estão dentro da respectiva elipse de desvio-padrão.

3.4 Interpretação sintética

Por fim, em termos do conjunto das análises, podem-se fazer algumas considerações interessantes acerca do comportamento das distribuições espaciais dos dados analisados.

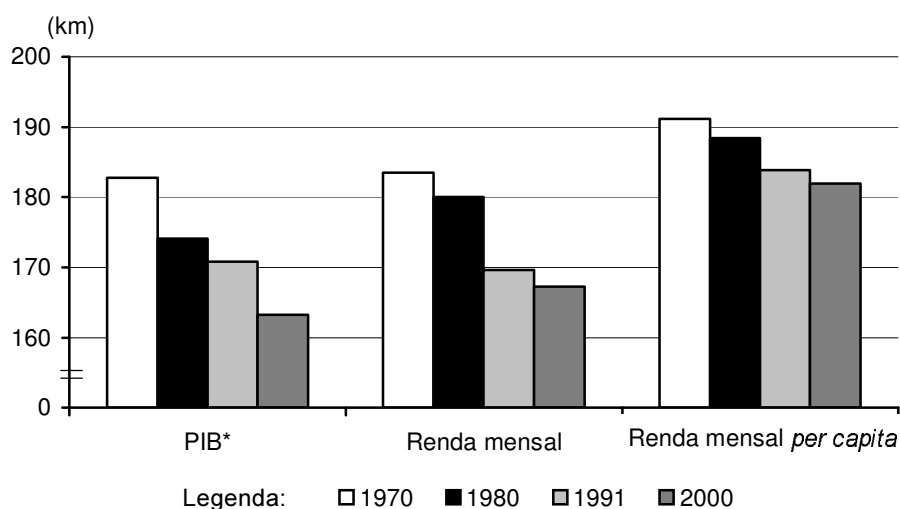
Ao analisar a medida de dispersão espacial — a distância-padrão — dos três tipos de dados abordados, verifica-se que existe uma tendência geral, embora fraca, de concentração espacial do PIB e das rendas mensais total e *per capita*, ou seja, as distâncias-padrão de todas as variáveis diminuem ao longo do período (Tabelas 1, 3 e 5). Em comparação, as distâncias-padrão dos dados mostram que, de um lado, a renda *per capita* é a variável menos concentrada espacialmente e se concentra de forma mais lenta ao longo dos anos e, de outro, que o PIB e a renda total são as mais concentradas, sobretudo a primeira (Gráfico 1).

Além disso, a comparação das elipses de desvio-padrão do conjunto de variáveis mostra que as distribuições espaciais dos dados são semelhantes (as elipses ocupam espaços parecidos); isso ocorre, principalmente, em relação ao PIB e à renda mensal total, evidentemente (Figura 14). Além disso, verifica-se, nessa figura, que a elipse da renda *per capita* não é tão coincidente com as outras; com respeito às elipses do PIB e da renda total, estas estão deslocadas

no sentido sudeste do Estado.¹¹ Em outras palavras, essas considerações significam que as maiores parcelas do PIB e da renda total¹² ocupam quase o mesmo espaço no Estado, ao passo que a maior parte da renda *per capita*¹³ ocupa espaços um pouco deferentes: a riqueza (renda total e PIB) não está exatamente situada (distribuída) no mesmo espaço das maiores rendas individuais (renda *per capita*).

Gráfico 1

Distâncias-padrão do PIB, da renda mensal e da renda mensal *per capita* do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

NOTA: Para o cálculo do PIB, utilizou-se o valor referente ao ano de 1990 e não o de 1991, como para as outras variáveis.

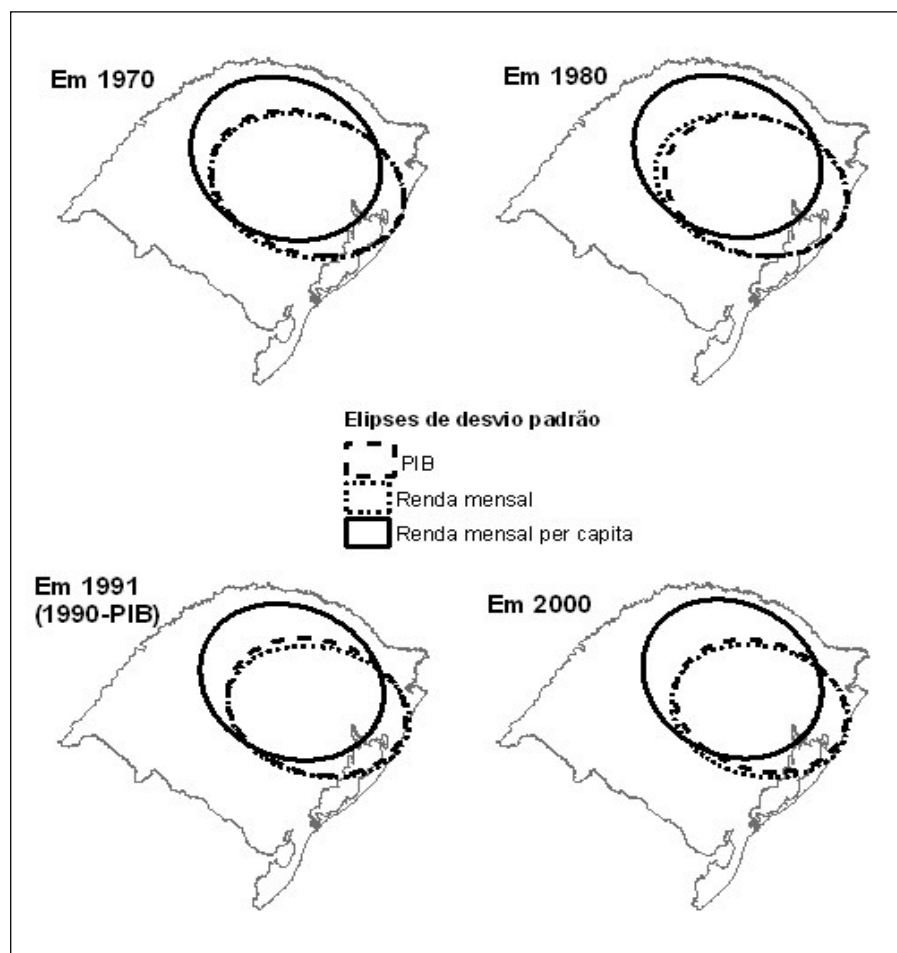
¹¹ No entanto, é importante ressaltar que essa diferença da renda *per capita*, em relação às outras variáveis, se dá, em grande medida, em razão de que nas outras variáveis o Município de Porto Alegre (e a respectiva região metropolitana) se sobressai (valores bem maiores do que os dos municípios restantes); portanto, “puxando” as elipses de distribuição para essa municipalidade, o que não ocorre para o dado por pessoa.

¹² Em termos específicos, nas elipses de desvio-padrão do PIB e de renda mensal total estão localizadas, aproximadamente, de 66% a 72% da quantidade total dessas variáveis no Estado (Tabelas 2 e 4).

¹³ Nas elipses de desvio-padrão da renda mensal *per capita*, estão situadas, aproximadamente, de 64% a 66% do total dessa variável (Tabela 6).

Figura 14

Elipses de desvio-padrão do PIB, da renda mensal e da renda mensal *per capita* do Rio Grande do Sul — 1970-2000



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Paiva (2007).

4 Considerações finais

Nesta seção final, frisam-se alguns resultados das análises sobre o comportamento da distribuição espacial, nas últimas décadas, da riqueza (economia) no Rio Grande do Sul, que podem, talvez, servir de base para outras análises que objetivem, sobretudo, a explicação desses resultados. Nesse sentido, este trabalho aponta, de modo geral, para dois eixos de reflexão: de um lado, a propensão de algumas distribuições espaciais à regularidade e, de outro, a tendência de outras à mudança (ou à irregularidade).

Assim, em primeiro lugar, os resultados das análises indicam a quase regularidade do deslocamento dos centros médios da renda mensal: em conjunto, ao longo do tempo, no sentido sul do Estado, apontando para um ponto médio no eixo Porto Alegre-Caxias do Sul, parecendo indicar o fortalecimento desse eixo com respeito a essa variável.

E, talvez, a mais importante regularidade seja a tendência de concentração espacial de todas as variáveis analisadas, que é comprovada pela redução, em diferentes medidas, das distâncias-padrão, indicador que mede o nível de concentração/dispersão no espaço. Tal situação conduz à necessidade da realização de análises complementares, como, por exemplo, o estudo da dependência espacial dessas variáveis, ou seja, da autocorrelação espacial, que se constitui numa pesquisa em andamento pelo autor.

Em relação às irregularidades, pode-se frisar o comportamento errático do deslocamento dos centros médios do PIB. Essa situação, em última instância, proporciona uma representação do comportamento geral dessa variável no território gaúcho. Na primeira década (1970-80), o deslocamento aponta na direção de Porto Alegre e Região Metropolitana; entretanto, na década seguinte (1980-90), o deslocamento é para o norte do Estado, parecendo apontar para a região de Caxias do Sul (uma hipótese); e, na década final (1990-00), o deslocamento muda, novamente, nesse momento direcionado para leste-nordeste, o que pode indicar, relacionado à hipótese anterior, o fortalecimento do crescimento relativo da região de Caxias do Sul. Interessante, também, é observar os deslocamentos dos centros médios da renda mensal *per capita*: entre 1970 e 1980, o deslocamento vai em direção ao nordeste do Estado; e, na década seguinte (1980-91), sofre uma inflexão em direção ao sul (mais precisamente, leste-sudeste); e, na década 1991-00, retoma a tendência da década inicial, na qual o centro médio toma o sentido norte-nordeste, o que pode estar indicando o fortalecimento da renda na região da Serra (Caxias do Sul e seu entorno).

Além dessas hipóteses que esperam explicações mais profundas, podem-se apontar muitas outras a respeito dos resultados das análises apresentadas

neste trabalho, no campo da análise regional. Por fim, devem-se ressaltar as capacidades e as possibilidades da interpretação da realidade objetiva, advindas da utilização das técnicas de cunho espacial.

Referências

ANSELIN, Luc. **Spatial data analysis with GIS: an introduction to application in the social sciences**, 1992. (Technical report 92-10).

ANSELIN, Luc. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht; The Netherlands: Kluwer, 1988.

ANSELIN, Luc; FLORAX, Raymond J. G. M.; REY, Sergio J. Econometrics for spatial models: recent advances. In: _____ (Ed.). **Advances in spatial econometrics: methodology, tools and applications**. Berlin: Springer, 2004.

ANTENUCCI, John C. et al. **Geographic information systems: a guide to the technology**. New York: Chapman & Hall, 1991.

DRUCK, Suzana et al. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004.

EBDON, David. **Statistics in geography**. Oxford: Blackwell, 1985.

ESRI. **ArcGIS desktop help**. Redlands: ESRI, 2006.

IBGE. **Censo demográfico 1970**: microdados, Rio Grande do Sul; questionário da amostra. Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.

IBGE. **Censo demográfico 1980**: microdados, Rio Grande do Sul; questionário da amostra. Rio de Janeiro, 2004. 1 CD-ROM.

IBGE. **Censo demográfico 1991**: microdados, Rio Grande do Sul; questionário da amostra. Rio de Janeiro, 2006. 1 CD-ROM.

IBGE. **Censo demográfico 2000**: microdados, Rio Grande do Sul; questionário da amostra. 2. ed. Rio de Janeiro, 2002. 1 CD-ROM.

IPEADATA. **PIB**. Disponível em:

<<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?140212578>>. Acesso em: out. 2006.

LEVINE, Ned. **CrimeStat: a spatial statistics program for the analysis of crime Incident locations**. Washington: Ned Levine; National Institute of Justice, 2007. (v. 3.1).

MAGUIRE, David J.; GOODCHILD, Michael F.; RHIND, David W. **Geographical information systems**. New York: Longman 1991. v. 1.

PAIVA, Carlos Águedo Nagel (Coord.). **RS em mapas e dados**: bases georreferenciadas para a comparação do desempenho socioeconômico dos municípios gaúchos entre 1966 e 2006. Porto Alegre, 2007. CD-ROM.

PAIVA, Carlos Águedo; TARTARUGA, Iván G. P. **Sabedorias e ilusões da análise regional**. Porto Alegre: FEE, 2007. (Texto para discussão FEE, n. 5).

SVIATLOVSKY, E. E.; EELLS, Walter Crosby. The centrographical method and regional analysis. **Geographical Review**, v. 27, n. 2, p. 240-254, abr. 1937.